

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Titanium dioksida (TiO_2) sejak beberapa tahun terakhir banyak digunakan dalam berbagai bidang anatas anatara lain sebagai pigmen, bakterisida, pasta gigi, fotokatalis dan elektroda dalam sel surya [1]. Penelitian tentang fenomena fotokatalitik pada permukaan TiO_2 berkembang pesat meliputi aspek fundamental maupun aspek aplikasi sejak publikasi Honda dan Fujishima yang menemukan fenomena fotokatalis pemecahan air pada elektroda semikonduktor TiO_2 di bawah sinar ultraviolet [2]. Sejak saat itu, upaya penelitian dan pengembangan material berbasis TiO_2 banyak dilakukan dalam bidang fotovoltaiik dan fotokatalitik [3].

Pembuatan lapis tipis semikonduktor merupakan salah satu cara untuk memudahkan aplikasi semikonduktor dalam degradasi senyawa kimia berbahaya. TiO_2 merupakan semikonduktor yang berfungsi sebagai fotokatalis yang memiliki fotoaktivitas tinggi dan stabilitas kimia [4]. TiO_2 memiliki potensial oksidasi yang besar, sehingga cukup kuat untuk mengoksidasi kebanyakan zat organik menjadi air, asam mineral, dan karbon dioksida [5] juga untuk mendegradasi mineralisasi komplet senyawa-senyawa organik [6]. Beberapa peneliti memanfaatkan semikonduktor fotokatalis pada pengolahan limbah untuk mendegradasi zat warna. Metode degradasi yang digunakan adalah fotodegradasi, elektrodegradasi dan fotoelektrodegradasi. Reaksi ini dapat digunakan untuk oksidasi fotokatalitik bahan organik dan untuk mendegradasi zat warna *Acid Orange II* menggunakan semikonduktor Ag- TiO_2 /ITO dengan lampu merkuri [7]. Fotokatalitik TiO_2 ini kemudian digunakan untuk mendegradasi senyawa-senyawa yang merugikan bagi lingkungan, seperti metilen biru [8-10], mendegradasi metilen biru pada larutan TiO_2 tersuspensi [11], nitrit [12], karbon monoksida [13], senyawa - senyawa anorganik seperti sianida dan nitrit yang beracun [9], dan berbagai senyawa organik lain [14-16].

Berbagai usaha dilakukan untuk memperoleh fotokatalis dengan tingkat efisiensi yang tinggi, antara lain dengan sintesis nanokristal TiO_2 , penyisipan pendadah, dan penambahan zat pensensitif. Dalam sintesis nanopartikel TiO_2

dengan penambahan sensitizer perak (Ag) diperlukan penambahan senyawa NaBH_4 . Natrium tetrahidroborat (NaBH_4) adalah senyawa padatan kristalin berwarna putih (terdekomposisi pada suhu 400°C) biasanya disebut natrium borohidrida. Padatan ini larut dalam air dan terdekomposisi pada suhu tinggi dengan melepaskan gas hidrogen. Padatan ini digunakan sebagai bahan pereduksi untuk senyawa anorganik dan organik, dan untuk mempreparasi kompleks hidrida, dsb [17]. Sifat NaBH_4 sebagai pereduksi mampu mereduksi Ag^+ menjadi Ag yang menghasilkan nanopartikel Ag.

Beberapa faktor akan mempengaruhi aktivitas fotokatalis TiO_2 seperti morfologi, luas permukaan, kristanilitas dan ukuran partikel. Anatase diketahui sebagai kristal yang lebih fotoaktif daripada rutil. Hal ini disebabkan harga E_g TiO_2 jenis anatase yang lebih tinggi yaitu sebesar 3,2 eV sedangkan rutil sebesar 3,0 eV. Harga E_g yang lebih tinggi akan menghasilkan luas permukaan aktif yang lebih besar sehingga menghasilkan fotoaktivitas yang lebih efektif [18]. Semakin kecil bentuk dan ukuran kristal menunjukkan sifat fotokatalitik yang lebih baik, dikarenakan memiliki luas permukaan area yang cukup tinggi sehingga menyebabkan peningkatan aktivitas permukaan yang signifikan [19]. Struktur nanokristal titanium dioksida memiliki beberapa bentuk, antara lain nanotabung, nanopita, dan nanobalok [20].

Titanium dioksida (TiO_2) memiliki tiga fase struktur kristal, yaitu anatase, rutil, brookite, akan tetapi hanya anatase dan rutil saja yang keberadaannya di alam cukup stabil [6]. Struktur rutil lebih stabil pada suhu tinggi, sedangkan fasa anatase lebih stabil pada suhu rendah. Bentuk kristal anatase diamati mulai suhu 120°C , dan mencapai sempurna pada 500°C . Kristal rutil mulai terbentuk pada suhu 700°C dan terjadi luas permukaan serta pelemahan aktivitas fotokatalis secara drastis [21]. Dibandingkan dengan struktur rutil, struktur anatase menunjukkan aktivitas fotokatalik lebih tinggi [22-23].

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk sintesis titanium dioksida nanokristal [24], seperti metode sol-gel [25-28], *missel dan inverse missel*, gel [29], plasma [30], oksidasi langsung, deposisi uap kimia [31], elektrodposisi [32], dan hidrotermal [33-34]. Penelitian untuk mengkombinasikan TiO_2 dengan

material lain juga telah banyak dilakukan antara lain dengan adanya penambahan logam transisi seperti platina (Pt), paladium (Pd), emas (Au), perak (Ag), nikel (Ni), cobal (Co), timah (Sn) dan tembaga (Cu) sebagai zat pensensitif. Serta dapat dilakukan dengan penambahan material lain yaitu nitrogen, logam tanah jarang, tantalum, besi [35], seng sulfida [36] dapat mengubah sifat permukaan TiO_2 , dan dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik serta meningkatkan efisiensi degradasi dari reaksi fotokatalisis.

Aktivitas fotokatalitik dapat dilihat dengan menggunakan metilen biru sebagai senyawa standar dalam tes fotokatalitik. Metilen biru merupakan senyawa azo yang secara luas digunakan sebagai indikator redoks dalam bidang kimia analitik. Aktivitas TiO_2 ditingkatkan dengan cara meningkatkan aktivitas sifat optik agar terjadi pergeseran respon dari absorpsi sinar ultraviolet (UV) ke cahaya tampak. Ada 2 cara untuk merekayasa TiO_2 yaitu rekayasa kimia *bulk* melalui penambahan pendadah (*bulk chemical modification: doping*) dan rekayasa kimia permukaan melalui penambahan zat pensensitif (*surface chemical modification: sensitization*) [37]. Fokus penelitian ini berkaitan dengan rekayasa kimia permukaan TiO_2 –nanopartikel melalui penambahan zat pensensitif perak.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka berbagai masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. Penelitian dan pengembangan material berbasis TiO_2 banyak dilakukan dalam bidang fotovoltaiik, fotokatalitik dan anti bakteri.
2. Cara untuk merekayasa TiO_2 yaitu rekayasa kimia *bulk* melalui penambahan pendadah dan rekayasa kimia permukaan melalui penambahan zat pensensitif.
3. Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk sintesis TiO_2 nanokristal seperti metode sol-gel, solvothermal, hidrothermal, dan fotoreduksi-thermal.
4. Variasi perbandingan mol TiO_2 anatas : mol Ag dalam larutan
5. Variasi volume NaBH_4 pada sintesis nanopartikel Ag

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian dan pengembangan material berbasis TiO_2 dilakukan dalam bidang fotokatalitik.
2. Rekayasa TiO_2 yang dilakukan yaitu rekayasa kimia permukaan melalui penambahan zat pensensitif perak.
3. Metode sintesis penambahan zat pensensitif perak pada permukaan TiO_2 adalah perlakuan fotoreduksi-termal
4. Variasi perbandingan mol TiO_2 anatas : mol Ag dalam larutan adalah 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25 dan 1 : 30
5. Variasi volume 0,1 M NaBH_4 pada sintesis Ag adalah 5,36 mL, 5,15 mL, 5,16 mL, 5,20 mL, 5,22 mL, 5,25 mL, 5,30 mL, dan 5,28 mL.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh variasi volume NaBH_4 0,1 M dengan 0,11 mM AgNO_3 terhadap karakteristik optik larutan nanopartikel Ag?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan zat pensensitif perak pada permukaan nanopartikel TiO_2 -anatas terhadap aktivitas fotodegradasi metilen biru?
3. Bagaimanakah pengaruh kadar perak dalam $\text{TiO}_2@\text{Ag}$ terhadap karakter fisik TiO_2 tersupport Ag?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh variasi volume NaBH_4 dengan 0,11 mM AgNO_3 terhadap karakteristik optik larutan nanopartikel Ag.
2. Mengetahui pengaruh penambahan zat pensensitif perak pada permukaan nanopartikel TiO_2 -anatas terhadap aktivitas fotodegradasi metilen biru.
3. Mengetahui pengaruh kadar perak dalam $\text{TiO}_2@\text{Ag}$ terhadap karakter fisik TiO_2 tersupport Ag?

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai pengembangan pengetahuan dan untuk menghasilkan teknik baru dan material terhadap perbandingan variasi persentase TiO_2 tersensitifkan perak ($\text{TiO}_2@\text{Ag}$) yang memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi.